

# ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГИ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ВАННУ-АНОД ЛЕЙКОКСЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

## HEAT IMPACT OF DC PLASMA ARC ON LEUCOXENE MELTED POOL ANODE

Кирпичев Д.Е., Николаев А.А., Николаев А.В., Цветков Ю.В.

ИМЕТ РАН, 119334, Россия, Москва, Ленинский пр-т, 49, [dym2004@bk.ru](mailto:dym2004@bk.ru)

Сопоставлены результаты плазменно-дугового восстановления лейкоксенового концентрата в холодном медном и горячем графитовом тиглях. Показано, что худшая проработка концентрата в горячем тигле вызвана меньшими температурой и плотностью тока в анодном пятне.

Results of plasma-arc reduction of leucoxene concentrate in copper and graphite crucibles are compared. It was shown that worse treatment of concentrate in graphite crucible is due to low temperature and current density in anode spot.

Лейкоксеновый концентрат, включающий 55 %  $\text{TiO}_2$  и 36 %  $\text{SiO}_2$ , относится к перспективному сырью российской титановой промышленности. Плазменно-дуговая восстановительная плавка позволяет получить из этого концентрата синтетически рутил, содержащий более 80 %. Физикохимия процесса заключается в углетермическом восстановлении  $\text{SiO}_2$  до  $\text{SiO}$  с испарением последнего из расплава. При этом необходимо обеспечить температуру расплава в диапазоне 2500 – 3000 К. Целью работы являлось исследование температурного поля в области анодного пятна при вариации тепловых условий на границе ванны. Были сопоставлены эксперименты при медном водоохлаждаемом и графитовом радиационно охлаждаемом тиглях. Получено, что степень рафинирования от кремния в медном тигле в 1,4 раза выше, чем в графитовом, что свидетельствовало о меньшей температуре материала в последнем. Температурное поле ванны определяли расчётом в предположении, что анодное пятно дуги ограничено изотермой  $T_0=2000$  К. Для расчёта использовали формулу, полученную по данным [1]:

$$T(r) = 0,282 \frac{Q}{\lambda r_0} [\varphi(r) - \varphi(r_s)] + T_s, \quad (1)$$

где  $r_0$  – радиус анодного пятна,  $T_s$  – температура материала в области контакта с тиглем,  $\lambda$  – теплопроводность материала,  $\varphi(r) = \exp\left(-\frac{r^2}{2r_0^2}\right) \cdot I_0\left(\frac{r^2}{2r_0^2}\right)$ ,  $I_0$  – функция

Бесселя мнимого аргумента. Из расчёта следует, что в медном тигле вследствие сильного охлаждения периферийной области формируется более сосредоточенное анодное пятно с более высокой плотностью тока и средней температурой. При мощности дуги 10 кВт соответствующие значения для медного и графитового тиглей составили:  $r_0=2,67$  и  $3,22$  см,  $j = 15,6$  и  $13,8$  А/см<sup>2</sup>,  $T_{cp} = 2808$  и  $2668$  К. Таким образом, несмотря на то, что материал в медном тигле имел более низкую периферийную температуру  $T_s = 400$  К против  $T_s = 1263$  в графитовом, проработка материала в медном тигле оказалась лучше из-за более высокой температуры в анодном пятне.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский И.П. Температурное поле ванны при дуговом нагреве. *Физика и химия обработки материалов*, 1982, № 5, с. 49 - 52.